NOTES

1. Les mémoires choisis pour être présentés en séance générale pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

2. Les mémoires choisis pour être présentés en séance spéciale pourront être obtenus à la Conférence dans l'une seulement de ces langues officielles.

3. Les résumés qui ont été rédigés pour tous les mémoires par les auteurs de ceux-ci pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

4. Préalablement à la Conférence, les mémoires et les résumés ne feront pas l'objet d'une distribution générale mais d'un tirage restreint destiné aux délégations des gouvernements et autres participants officiels. La publication et la distribution générale des actes de la Conférence s'effectueront conformément aux règles et pratiques agréées par le Comité des publications des Nations Unies.

RESSOURCES NATURELLES

L'EAU POTABLE AU CONGO (LEOPOLDVILLE) ET AU RUANDA-URUNDI

par A. CLERFAYT,
ingénieur directeur-administrateur honoraire
de la Régie des Eaux et de l'Electricité du
Congo et du Ruanda-Urundi,
vice-président honoraire de l'Association
Nationale des Services d'Eau

1. POSITION DU PROBLEME - ROLE VITAL DES DISTRIBUTIONS D'EAU.

a) L'essor accéléré des structures économiques et sociales du Congo et du Ruanda-Urundi a bénéficié d'un précieux adjuvant par la création de services d'eau potable. Dans ces territoires que ravageait depuis des millénaires le fléau des maladies d'origine hydrique, la distribution d'eau saine s'est révélée une arme prophylactique de valeur obvie.

b) Sous le ciel ardent des tropiques l'eau, facteur de vie universel, accuse une prééllence des plus tangible au faîte de la hiérarchie des besoins physiologiques de l'être. Non seulement les exigences de confort et d'hygiène se manifestent avec une intensité accrue, mais le rôle de l'eau pure s'avère décisif dans l'organisation de la lutte contre les maladies. Au Congo les affections transmissibles par l'eau constituent un facteur essentiel de létalité: elles occupent encore le 3ème rang dans la genèse des endémies mortelles. L'ambiance humide et brûlante y est propice au développement des affections parasitaires dont les méfaits se conjuguent à ceux des affections ubiquitaires d'essence microbienne ou virale: typhoïde, dysenterie bacillaire, choléra, polio..... Dans ce groupe de verminoses du tube digestif qui déciment les populations congolaises une mention spéciale revient à la bilharziose, maladie à évolution qui sévit de l'estuaire du Nil aux sources du Congo; en outre, la dysenterie amibienne, l'ankylostomiase, l'anguillulose, et d'autres helminthiases. L'extension des gîtes disséminés sur des aires immenses, recouvertes d'impénétrables massifs forestiers et de marais font exclure d'emblée toute politique qui viserait à un assainissement intégral..... Hygiène et technique vont ici de pair.

c) Sur les objectifs vitaux de salubrité sont venues se greffer les exigences du confort, en étroit synchronisme avec les progrès de la civilisation. Au surplus l'approvisionnement direct des collectivités autochtones par des eaux de distribution d'eau s'est révélé d'un intérêt économique certain grâce à l'élimination subséquente des corvées de portage. Base du patrimoine santé, dans les pays en voie de développement, l'eau potable se révèle aussi facteur essentiel de productivité.

2. AMENAGEMENT DES RESSOURCES - PRODUCTION.

a) Difficultés affrontées.

Au Congo et R.U. la REGIDESO, parastatal créé en 1933, était aux prises avec des sujétions multiples d'exploitation:

i) Sur le plan financier l'extension démesurée des réseaux distributeurs donne lieu à une lourde aggravation des charges fixes, surtout en brousse où la densité de consommation reste faible.

ii) Techniquement, une entrave non moins sérieuse réside dans la rareté relative de nappes souterraines satisfaisant aux exigences d'une gestion rationnelle: proximité d'accès, spatial et en sous-sol, débit suffisant et pérenne d'eau pure mais neutre, exempte d'aggressivité. Constatation décevante et paradoxale eu égard à la richesse du réseau hydrographique ramifié depuis son niveau de base en un chevelu d'une extrême puissance. L'énorme bassin du Congo, gratifié par la nature d'un prodigieux potentiel hydraulique sans équivalence dans aucune contrée du globe, apparaît hydrologiquement assez pauvre. La distribution des réserves d'eau de qualité pêche par son irrégularité dans l'espace, pour des motifs complexes d'ordre géologique, et dans le temps par l'effet de l'alternance des saisons. Un autre écueil fut, à l'origine, l'indigence de la documentation hydrogéologique en raison des difficultés de recrutement de spécialistes et de l'accumulation d'obstacles naturels contrariant les prospections.

b) Eaux de surface - Modalités de traitement.

Dans ces conditions le prélèvement d'eau brute aux rivières a prévalu longtemps comme solution de facilité. Le recours à une retenue derrière un barrage constitue un cas d'exception qui ne se justifie qu'en présence de cours d'eau à régime torrentiel ou à grand débit solide ou sujet au tarissement. La correction chimique et bactériologique des eaux de surface est compliquée, au Congo, par leur état d'intense souillure organique et par des pointes brutales de turbidité, consécutives à des orages ou averses diluviennes. Ces effets climatiques se dérobent à toute prévision et sont d'une neutralisation ardue en raison de leur spontanéité. Ils sont plus ou moins amplifiés en saison de pluies suivant l'excentricité du bassin hydrographique par rapport à l'équateur.

i) Faciès des eaux: La nature même de la charge organique des eaux formée d'acides humiques en suspension plus ou moins dispersée depuis l'état colloïdal jusqu'à celui de solution vraie, toujours colorante, parfois turbigène, s'avère rebelle à la sédimentation simple et spontanée. Le brassage actif en eaux courantes s'y oppose d'ailleurs. Dans ces conditions, l'eau ne peut être rendue potable qu'au prix d'un traitement d'épuration intégral selon le schéma classique: floculation par réactifs, décantation, filtrage, stérilisation. La difficulté se corse de l'obligation de satisfaire à des normes de potabilité chimiques et bactériologiques d'une rigueur accrue, parce qu'il s'agit d'eaux traitées en zone tropicale. S'y ajoutent les servitudes de cadres techniques et de cherté de produits importés, inhérentes aux services dans les régions de nouveau développement. Et cependant l'eau devrait être fournie aux plus bas prix, en abondance.

ii) Réactifs: la gamme usuelle des sels de métaux lourds et autres a été

mise à l'épreuve au cours d'une expérience de 3 décennies étendues à des dizaines d'exploitations. Elle a fait opter pour le sulfate d'alumine de préférence aux sels ferriques et même à l'aluminate de soude en appoint pour réaliser la double floculation. La distribution par voie humide, au moyen de pompes doseuses, réglables en marche, mais simples et robustes - c'est une règle d'or dans ces pays - procure les meilleurs résultats.

iii) Floculation: Le réglage correct du pH entre 5,5 et 6 - 6,5, au voisinage du point isoélectrique s'est révélé un critère essentiel pour réaliser la floculation maximum de l'hydroxyde au moindre taux d'alumine résiduelle, et sans risque de peptisation récurrente. Sous ce rapport l'addition supplémentaire d'alcalin introduit une complication dans le traitement de l'eau brute, en freinant l'effet de collage dû au gel floculant. Cet apport de chaux est cependant imposé par les caractères de forte acidité, de dureté (TH) et d'alcalinité (TAC) faibles, qui sont spécifiques de la plupart des eaux de surface congolaises. Le pH doit en tout cas faire l'objet, comme l'allure de la sédimentation, d'un essai classique dit "jar-test", d'une importance capitale, car il orientera l'économie générale du traitement.

iv) La décantation: doit être très poussée - 3 à 4 heures - si elle est statique - avant toute filtration sous peine d'exposer les cellules de filtres à un colmatage prématuré. L'usage de décanteurs type "dynamique" à voile de boues, essayés au cours des dernières années, a produit les résultats escomptés de gain d'encombrement et d'investissement, d'efficacité, d'économie de réactifs et d'amélioration relative des qualités de l'eau traitée; toutefois la décantation accélérée implique des difficultés de réglage en raison d'une sensibilité accrue aux brusques variations de régime (débit, pH) qui affectent l'exploitation tropicale. Quel que soit le procédé il doit assurer un rabattement des matières organiques en-dessous de 2 mg/l (en oxygène du permanganate), condition imposée à un double titre: garantir une parfaite stérilisation in fine et empêcher un colmatage prématuré des filtres, dont résulteraient une cadence de lavage trop rapide ainsi qu'une réserve de cellules démesurée. Le contrôle de la turbidité finale, à limiter vers 1 à 0,5 mg/l de silice, s'est avérée un excellent test d'efficacité du conditionnement.

v) La filtration par le système rapide, généralement sur bassins ouverts, représente la solution optimum que postule l'usage de réactifs chimiques, pour des raisons notoires d'économie, souplesse d'exploitation, faculté d'adaptation aux divers faciès d'eaux à traiter. La régénération des lits filtrants par le système séparatif air- eau nous a donné les meilleurs résultats, ainsi que la granulométrie uniforme des sables déposés sur dalles filtrantes à crépines en matière plastique; également la régulation automatique des niveaux et débits par l'aval..... Le rôle du régulateur de débit est essentiel, surtout dans les petits postes où il faut alléger la tâche du servant; de même pour l'indicateur de perte de charge.

vi) La stérilisation, stade ultime du traitement, a été réalisée dans nos stations, par l'une ou l'autre méthode classique:

a. l'ozonation dans de grands centres urbains, selon un brevet français mais assorti de perfectionnements dus aux ingénieurs belges: abaissement de la fréquence du courant, d'où simplification et compacité; inoxydabilité des appareils; régénération au gel de silice; renforcement de l'émulsion eau-ozone;

b. la chloration au moyen d'hypochlorites stabilisés, injectés en solution par des chloromètres à dosage proportionnel (parfois télécommandé). De multiples essais ont démontré que c'est la méthode de désinfection la plus adéquate, surtout dans de petites stations, en raison de sa simplicité, de la modicité des coûts d'investissement et d'exploitation, en l'absence de source économique d'énergie. Elle peut être améliorée par post-ammoniation, superchloration et break-point, et se prête au contrôle rapide in situ par test colorimétrique: OTA à l'arséniate de soude, souvent à l'orthotolidine (comparateur de Hellige), ou par titration iodométrique, le 2e à la portée d'un opérateur non qualifié.

vii) La neutralisation de l'acidité résiduelle de l'eau traitée s'impose pour préserver de toute attaque les canalisations et réservoirs, grâce à une addition d'eau de chaux issue d'un saturateur, à contrôle automatique.(C'est une correction étrangère à la salubrité).

c) Eaux souterraines.

i) Faciès: La plupart des eaux captées au Congo sont agressives, parce que d'un faible degré hydrotimétrique, de teneur minime en bicarbonates, riches en CO_2 libre et de pH très bas, parfois chargées de fer dissous, même complexé et des plus gênant. Mais à l'opposé des eaux superficielles, elles sont pauvres en matières organiques, en chlorures et phosphates, d'excellente qualité bactériologique et de composition stable. Il faut classer à part les eaux de sources alcalines, fortement minéralisées et riches en oligoéléments multiples des régions métamorphisées ou volcaniques de l'Est, et les eaux calcaires de certaines formations calcaro-dolomitiques du Katanga et du Bas Congo.

ii) Prospection: Le matériel de sondage doit être choisi simple, de grande robustesse et d'extrême mobilité en prévision de son service dans la brousse et du franchissement obligé de nombreux cours d'eau ou marigots.

a. Pour les reconnaissances d'approche préliminaire en terrains meubles et pour les profondeurs limitées à environ 20 m, la petite sondeuse à main à plateau dite "banka" s'avère un outil pratique.

b. La sondeuse de type moyen a rendu d'excellents services pour les forages de recherche et d'exploitation dans toutes les formations sédimentaires de terrains meubles. Elle est montée sur remorque à pneumatiques, avec flèche d'au moins 7 m inclinable pour le transport, de manière à permettre une mise en place rapide. Ce matériel convient à souhait pour l'étude et l'exploitation des nappes par puits tubés avec gaine de gravier filtrant

et crépine dans les formations alluvionnaires, cas le plus fréquent, et dans les zones de basse altitude. La transition du sondage à l'exploitation est immédiate: il suffit de substituer les maitresses tiges de pompe aux tiges ordinaires de sondage suspendues au socket du câble. En variante la méthode de creusement par injection d'eau en diamètre uniforme de 0,10 m a donné d'excellents résultats dans les formations meubles, récentes ou actuelles, qui s'étendent sur les 3/4 de la superficie du Congo et sur une profondeur moyenne de ± 100 m. Des essais avaient été entrepris sur des tuyaux plastiques rigides pour le soutènement et comme colonne de pompage. Certains modèles de filtres américains à orifices d'entrée en trapèze s'ouvrant vers l'intérieur ont été avantageusement adoptés pour prévenir le colmatage et la corrosion; également des filtres en matière plastique. Une version du système, à priori séduisante par son extrême célérité d'exécution sans gros outillage ni personnel spécialisé, est le puits instantané ou "well point" pour des exhaures jusque 6 - 7 m. Des essais d'utilisation en sable fluent se sont soldés par des échecs, le débit du puits tombant très vite par engorgement du tube filtrant foncé directement dans le sable aquifère.

c. Pour les puits forés à grande profondeur et à travers des roches compactes c'est à la sondeuse type semi-lourd universel qu'il faut recourir, avec tour démontable indépendante et table de rotation pour travail à la couronne substituable au trépan selon nature de la roche; le diamètre utile des colonnes de tubes est dégressif de 0,30 à 0,10 m. L'emploi de couronnes à concrétion diamantée avec système d'avancement sensitif s'est révélé avantageux en raison des vitesses de progression et durées de travail considérables dans les bancs durs.

d. Le creusement à main de puits ouverts à grande section, reste limité au cas des nappes phréatiques de profondeur inférieure à 3 m, et grevé de difficultés notoires de soutènement, de consolidation des roches et d'exhaure pour un cube d'eau de quelque importance; dans les couches friables le cuvelage en béton, même armé, s'impose.

iii) L'équipement des puits pour les communautés en milieu rural a nécessité de longues mises au point du matériel qui doit résister quasiment sans entretien aux manipulations maladroites des usagers et aux manoeuvres destructrices des enfants. Chaque organe a dû être spécialement conçu et renforcé en conséquence, aisément amovible et inoxydable. Pour les profondeurs jusque 15 m, la pompe à levier ou balancier convient le mieux; avec piston dans le corps de pompe si la profondeur n'excède pas 8 m; avec "travaillante" attelée sur maîtresse-tige au-delà de 8 m. Pour les puits de grande profondeur et gros débits la pompe doit être du type mécanisé à commande rotative (pompe blindée à volant). Pour les captages horizontaux le style d'aménagement a été aussi normalisé sous forme de citerneaux de puisage en béton à éléments coulés sur place.

iv) Pour une grande agglomération du Congo a été essayé le système de captage à très gros débits par puits à drains horizontaux rayonnants,

selon une technique américaine, dont il existe une variante suisse. Les avantages en sont connus. Mais cette solution requiert, on n'y saurait assez insister, des études préparatoires extrêmement soignées par des spécialistes compétents en hydrogéologie. L'exécution postule, elle aussi, les plus grands soins.

v) L'équipement devra le plus souvent être complété par un poste de neutralisation opérant selon un processus parfois intégré dans un traitement de déferrisation de l'eau. Dans les stations isolées nous conseillons la filtration gravitaire sur masse neutralisante à réglage autonome d'équilibre. Les essais de vaccination aux polyphosphates n'ont pas été concluants.

vi) L'hydrogéologie des sites congolais appellerait à elle seule d'énormes développements et ne peut être traitée dans le cadre exigu de cet exposé. Signalons seulement la mise à contribution, très efficace, des méthodes géophysiques pour"déblayer le terrain".

3. DISTRIBUTION ET ORGANISATION.

a) Sous l'optique de l'accroissement de productivité en exploitation, sont à signaler: -la normalisation généralisée du matériel, -la mécanisation intensive des chantiers, -l'utilisation des tubes en P.V.C. et en polyéthylène, formule d'avenir, - la détection électronique des fuites, -l'usage de compteurs hypersensibles; et, pour certains travaux, le concours de laboratoires d'hydraulique ainsi que de mécanique du sol. Mais le bénéfice de ces disciplines ne peut être acquis que dans un état d'évolution avancée.

b) Pour clore le bilan des réalisations rien ne vaut l'éloquence des chiffres. En 1960, le volume global des ventes d'eau de la REGIDESO qui exploitait les services publics s'est élevé à quelque 40 millions de m3, contre 100.000 m3 au départ, vers 1933; le développement des réseaux à environ 5.000 km pour 49 centres urbains et ruraux desservis au Congo et 27 au Ruanda-Urundi; 20 nouveaux centres étaient en cours d'équipement. Les contributions totalisées des secteurs public et privé assuraient l'alimentation en eau saine à 8.575.000 autochtones (45% de la population correspondante) et à 100.000 européens (85%). Pour les seuls territoires sous mandat 4.285.000 habitants (96% env.) bénéficiaient de la distribution d'eau potable. L'intervention des tiers: entreprises privées et organismes de caractère philantropique, en particulier les missions et services médicaux n'intéressait pas moins de deux millions d'âmes. Par rapport à 1940 il s'agit, pour l'ensemble des territoires, d'une progression au multiplicateur 160, tandis que le prix de l'eau s'était à peine accru de 20% malgré une dépréciation monétaire au coéfficient 3.

c) Pour une appréciation objective de ces résultats l'on se doit d'évoquer les entraves matérielles de toute nature et les obstacles psychologiques à surmonter pour fournir l'eau pure à 19 millions d'autochtones dont les 3/4 isolés dans la sylve impénétrable ou la brousse aride, confinés dans une vie de clan à l'écart du circuit économique. La tâche fut ardue mais exaltante et fructueuse.

88 F - Oct.1962 - 1,000